

ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT USING THE SAME

Patent number: JP2001272602
Publication date: 2001-10-05
Inventor: SEKIDA MAKOTO; HOSHI KOJI
Applicant: CANON INC
Classification:
 - **international:** G02B15/20; G02B13/18
 - **european:**
Application number: JP20000086400 20000327
Priority number(s):

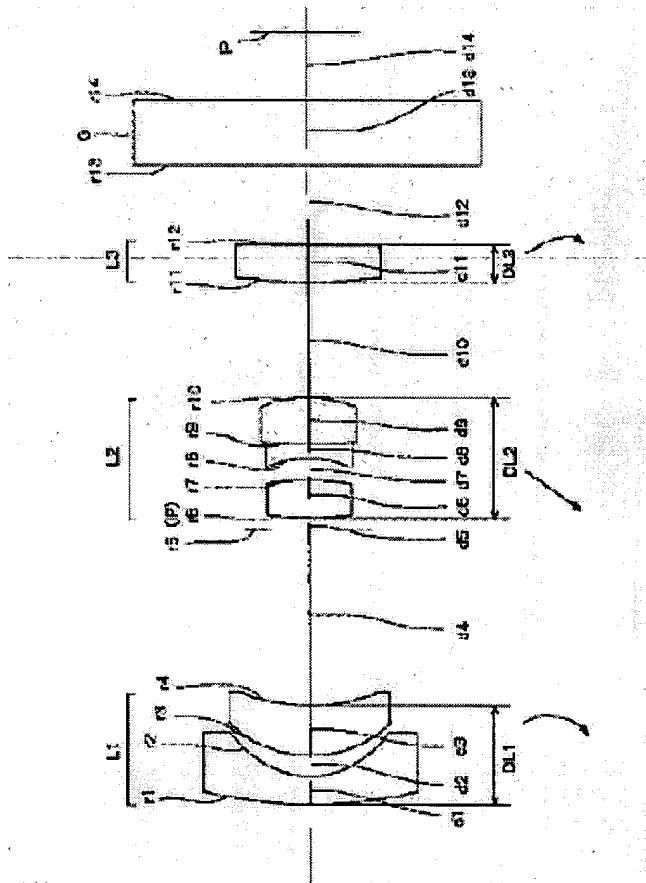
Also published as:

 JP2001272602 (A)

Abstract of JP2001272602

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens whose entire length is shortened and which is excellent in portability, is suitable for an electronic still camera and is composed of three groups, and optical equipment using the zoom lens.

SOLUTION: This zoom lens is provided with three lens groups, that is, a 1st lens group having negative refractive power, a 2nd lens group having positive refractive power, and a 3rd lens group having positive refractive power in order from an object side, and power is varied by changing a distance between the respective lens groups. The 1st lens group is provided with one negative lens and one positive lens, and the 2nd lens group is constituted of a pair of doublets and one positive lens, and the 3rd lens group is provided with at least one positive lens.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-272602

(P2001-272602A)

(43)公開日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号

F I
G 0 2 B 15/20
13/18

テマコード(参考)
2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 21 頁)

(21)出願番号 特願2000-86400(P2000-86400)

(22)出願日 平成12年3月27日 (2000.3.27)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 関田 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 星 浩二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74)代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

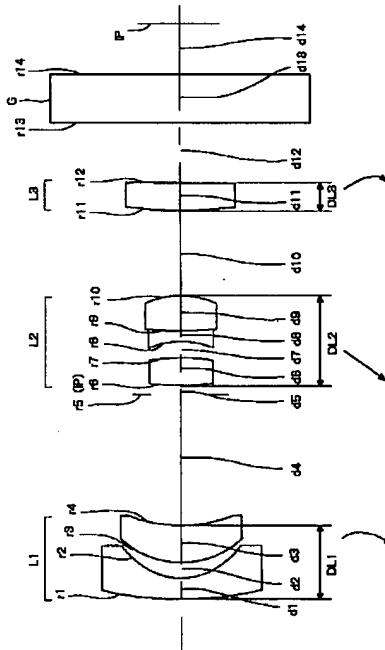
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57)【要約】

【課題】 レンズ全長の短縮化を図った携帯性に優れた電子スチルカメラに好適な3群よりなるズームレンズ及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群の3つのレンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズにおいて、該第1レンズ群は1枚の負レンズと1枚の正レンズを有し、該第2レンズ群は一組の接合レンズと1枚の正レンズにて構成し、該第3レンズ群は少なくとも1枚の正レンズを有すること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群の3つのレンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズにおいて、該第1レンズ群は1枚の負レンズと1枚の正レンズを有し、該第2レンズ群は一組の接合レンズと1枚の正レンズにて構成し、該第3レンズ群は少なくとも1枚の正レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 前記第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚のレンズにて構成したことを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】 前記第2レンズ群を物体側より順に、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズにて構成したことを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】 前記第2レンズ群を物体側より順に、正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズにて構成したことを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項5】 前記第2レンズ群を物体側より順に、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズにて構成したことを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項6】 前記第3レンズ群を単一の正レンズにて構成したことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項7】 前記第2レンズ群中の負レンズの材質の屈折率及びアッペ数を各々 n_d 、 ν_d とするとき、

$$n_d < 1.8$$

$$\nu_d < 40$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項8】 広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群が最も物体側に配置された状態と最も像側に配置された状態との光軸上の距離を X_1 、物体距離無限遠時に広角端からの望遠端への変倍に際して、第3レンズ群が最も物体側に配置された状態と最も像側に配置された状態との光軸上の距離を X_3 とした時に、

$$0.1 < |X_1/X_3| < 7.0$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項9】 望遠端における前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、像面までの距離を D_L 、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第1レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を $D_L 1$ 、前記第2レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第2レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を $D_L 2$ 、前記第3レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第3レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を $D_L 3$ とした時に、

$$0.25 < (D_L 1 + D_L 2 + D_L 3) / D_L < 0.4$$

5

の条件を満足することを特徴とする請求項1から8のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項10】 前記第2レンズ群を構成するレンズの光軸上の厚みの合計を DD_2 、第2レンズ群中の空気間隔の合計を DA_2 としたときに、

$$0.02 < DA_2 / DD_2 < 0.25$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項11】 前記第3群を物体側に移動させて無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行うことを特徴とする請求項1から10のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項12】 請求項1から11のいずれか1項のズームレンズを有していることを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に負の屈折力のレンズ群が先行する全体として3つのレンズ群を有し、これらの各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより、レンズ系全体の小型化を図ったフィルム用のスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルカメラ等に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等、撮像装置（カメラ）の高機能化にともない、それに用いる光学系には広い画角を包含した大口径比のズームレンズが求められている。この種のカメラには、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する為、それに用いる光学系には、比較的パックフォーカスの長いレンズ系が要求される。さらに、カラー画像用の撮像素子を用いたカラーカメラの場合、色シェーディングを避けるため、それに用いる光学系には像側のテレセントリック特性の良いものが望まれている。

【0003】 従来より、負の屈折力の第1群と正の屈折力の第2群の2つのレンズ群より成り、双方のレンズ間隔を変えて変倍を行う。所謂ショートズームタイプの広角の2群ズームレンズが種々提案されている。これらのショートズームタイプの光学系では、正の屈折力の第2群を移動する事で変倍を行い、負の屈折力の第1群を移動する事で変倍に伴う像点位置の補正を行っている。これらの2つのレンズ群よりなるレンズ構成においては、ズーム倍率は2倍程度である。

【0004】 さらに2倍以上の高い変倍比を有しつつレンズ全体をコンパクトな形状にまとめるため、例えば特

公平7-3507号公報や、特公平6-40170号公報等には2群ズームレンズの像側に負または正の屈折力の第3群を配置し、高倍化に伴って発生する諸収差の補正を行っている、所謂3群ズームレンズが提案されている。

【0005】また、米国特許第4828372号や第262897号公報には、負、正、正の3群ズームレンズの第2群を接合レンズ2組を含み、第2群が6枚のレンズで構成されたものも開示されている。

【0006】しかしながら、これらの3群ズームレンズは主として35mmフィルム写真用に設計されているため、固体撮像素子を用いた光学系に求められるバックフォーカスの長さと、良好なテレセントリック特性を両立したものとは言い難かった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】バックフォーカスとテレセントリック特性を満足する広角の3群ズームレンズ系が、例えば、特開昭63-135913号公報や、特開平7-261083号公報等で提案されている。また、特開平3-288113号公報には、3群ズームレンズにおいて負の屈折力の第1群を固定とし、正の屈折力の第2群と正の屈折力の第3群を移動させて変倍を行う光学系も開示されている。

【0008】ところが、これらの従来例においては、各レンズ群の構成枚数が比較的多く、レンズ全長が長い、製造コストが高いなどの欠点を有していた。

【0009】さらに近年、カメラのコンパクト化とレンズの高倍化を両立する為に、非撮影時に各レンズ群の間隔を撮影状態と異なる間隔まで縮小し、カメラ本体からのレンズの突出量を少なくした所謂沈胴ズームレンズが広く用いられているが、上記従来例の様に各群の構成枚数が多く、結果的に各レンズ群の光軸上の長さが長くなる場合や、各レンズ群のズーミング及びフォーカシングにおける移動量が大きく、レンズ全長が長くなる場合においては、所望の沈胴長が達成出来ない場合がある。

【0010】また、特開平7-261083号公報に記載される例では、負の屈折力の第1群の最も物体側に凸レンズ(正レンズ)が配置されており、特に広角化した場合のレンズ外径の増大が避けられない欠点を有していた。さらに、この例では負の屈折力の第1群を移動させて近距離物体へのフォーカシングを行うため、ズーミングでの移動とあいまってメカ構造が複雑化する欠点があった。

【0011】また、米国特許第4999007号には、3群ズームレンズにおいて、第1レンズ群、第2レンズ群をそれぞれ1枚の単レンズで構成したものも開示されているが、広角端でのレンズ全長が比較的大きく、さらに広角端での第1群と絞りが大きく離れているため軸外光線の入射高が大きく第1群を構成するレンズの径が増大してしまうため、レンズ系全体が大きくなってしまう

欠点を有していた。

【0012】本発明では、これら従来例の欠点に鑑み、特に固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0013】さらに、本発明では、次の事項のうち少なくとも1つを満足するズームレンズを得る事を目的としている。

【0014】即ち、

- ・特に広角側での非点収差や歪曲収差を良好に補正する事。
- ・最小のレンズ構成を取りつつ、移動するレンズ群の収差分担を減らし、製造誤差によるレンズ群相互の偏心等での性能劣化を少なくし、製造の容易なものとする事。
- ・感度の低い高画素撮像素子に好適な大口径化を図る事。
- ・構成枚数を最小としながら、固体撮像素子を用いた撮影系に好適な良好な像側テレセントリック結像をもたらせる事。
- ・沈胴ズームレンズに要求される各レンズ群の光軸上の長さや各レンズ群のズーミング及びフォーカシングによる光軸上の移動量を短くする事。
- ・広角端のみならずズーム全域で歪曲収差を良好に補正する事。
- ・像側テレセントリック結像のズームによる変動を小さくする事。
- ・テレセントリック結像を保ったまま変倍レンズ群の移動量を減らし、さらなる小型化を達成する事。
- ・近距離物体へのフォーカシング機構を簡素化する事。

等である。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群の3つのレンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズにおいて、該第1レンズ群は1枚の負レンズと1枚の正レンズを有し、該第2レンズ群は1組の接合レンズと1枚の正レンズにて構成し、該第3レンズ群は少なくとも1枚の正レンズを有することを特徴としている。

【0016】請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚のレンズにて構成したことを特徴としている。

【0017】請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記第2レンズ群を物体側より順に、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズにて構成したことを特徴としている。

【0018】請求項4の発明は請求項1又は2の発明において、前記第2レンズ群を物体側より順に、正レン

ズ、正レンズと負レンズの接合レンズにて構成したことと特徴としている。

【0019】請求項5の発明は請求項1又は2の発明において、前記第2レンズ群を物体側より順に、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズにて構成したことと特徴としている。

【0020】請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記第3レンズ群を单一の正レンズにて構成したことを特徴としている。

【0021】請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において、前記第2レンズ群中の負レンズの材質の屈折率及びアベ数を各々 n_d 、 ν_d とすると、

$$n_d < 1.8 \dots (1)$$

$$\nu_d < 40 \dots (2)$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0022】請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群が最も物体側に配置された状態*

$$0.25 < (D_L 1 + D_L 2 + D_L 3) / D_L < 0.45 \dots (4)$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0024】請求項10の発明は請求項1から9のいずれか1項の発明において、前記第2レンズ群を構成するレンズの光軸上の厚みの合計を $D_D 2$ 、第2レンズ群中の空気間隔の合計を $D_A 2$ としたときに、

$$0.02 < D_A 2 / D_D 2 < 0.25 \dots (5)$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0025】請求項11の発明は請求項1から10のいずれか1項の発明において、前記第3群を物体側に移動させて無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行ふことを特徴としている。

【0026】請求項12の発明の光学機器は請求項1から11のいずれか1項のズームレンズを有していることを特徴としている。

【0027】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施形態の数値実施例の数値実施例1のレンズ断面図である。図2～図4は本発明の実施形態の数値実施例1の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0028】図5は本発明の実施形態の数値実施例2のレンズ断面図である。図6～図8は本発明の実施形態の数値実施例2の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0029】図9は本発明の実施形態の数値実施例3のレンズ断面図である。図10～図12は本発明の実施形態の数値実施例3の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0030】図13は本発明の光学機器の要部概略図である。

【0031】レンズ断面図において L_1 は負の屈折力の第1群(第1レンズ群)、 L_2 は正の屈折力の第2群

* と最も像側に配置された状態との光軸上の距離を X_1 、物体距離無限遠時に広角端からの望遠端への変倍に際して、第3レンズ群が最も物体側に配置された状態と最も像側に配置された状態との光軸上の距離を X_3 とした時に、

$$0.1 < |X_1 / X_3| < 7.0 \dots (3)$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0023】請求項9の発明は請求項1から8のいずれか1項の発明において、望遠端における前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、像面までの距離を D_L 、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第1レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を $D_L 1$ 、前記第2レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第2レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を $D_L 2$ 、前記第3レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第3レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を $D_L 3$ とした時に、

$$0.25 < (D_L 1 + D_L 2 + D_L 3) / D_L < 0.45 \dots (4)$$

(第2レンズ群)、 L_3 は正の屈折力の第3群(第3レンズ群)、 S_P は開口絞り、 I_P は像面である。Gはフィルターや色分解プリズム等のガラスブロックである。

【0032】次に本発明のズームレンズのレンズ構成について説明する。

【0033】本発明のズームレンズでは、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群 L_1 、正の屈折力の第2レンズ群 L_2 、そして正の屈折力の第3レンズ群 L_3 の3つのレンズ群を有しており、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群が像側に凸の往復移動、第2レンズ群が物体側に移動し、第3レンズ群は像側に移動若しくは、像側に凸の軌跡で移動している。

【0034】本発明のズームレンズは、第2レンズ群の移動により主な変倍を行い、第1レンズ群の往復移動及び第3レンズ群による像側方向への移動若しくは、像側に凸の軌跡で移動によって変倍に伴う像点の移動を補正している。

【0035】第3レンズ群は、撮像素子の小型化に伴う撮影レンズの屈折力の増大を分担し、第1、第2レンズ群で構成されるショートズーム系の屈折力を減らす事で特に第1レンズ群を構成するレンズでの収差の発生を抑え良好な光学性能を達成している。また、特に固体撮像素子等を用いた撮影装置(光学機器)に必要な像側のテレセントリックな結像を第3レンズ群にフィールドレンズの役割を持たせる事で達成している。

【0036】また、絞り S_P を第2レンズ群の最も物体側に置き、広角側での入射瞳と第1レンズ群との距離を縮める事で第1レンズ群を構成するレンズの外径の増大を抑えると共に、第2レンズ群の物体側に配置した絞りを挟んで第1レンズ群と第3レンズ群とで軸外の諸収差

を打ち消す事で構成レンズ枚数を増やさずに良好な光学性能を得ている。

【0037】本発明のズームレンズは、第1レンズ群が1枚の負レンズと1枚の正レンズを有し、第2レンズ群が1組の接合レンズと正レンズにて構成し、第3レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有することを特徴としている。

【0038】以上のように、本実施形態においては負の屈折力の第1レンズ群を物体側から順に像側に凹面向けた負レンズ11、物体側に凸面向けたメニスカス状の正レンズ12の2枚のレンズで構成し、正の屈折力の第2レンズ群を、両レンズ面が凸面の正レンズ、物体側に凹面向けた負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズを有し、これらのレンズのうちから1組の接合レンズを有するようにし、全体として3枚のレンズで構成し、正の屈折力の第3レンズ群を物体側に凸面向けた単一の正レンズ31で構成している。

【0039】このように各レンズ群を所望の屈折力配置と収差補正とを両立するレンズ構成とすることにより、良好な光学性能を保ちつつ、レンズ系のコンパクト化を達成している。負の屈折力の第1レンズ群は、軸外主光線を絞り中心に瞳結像させる役割を持っており、特に広角側においては軸外主光線の屈折量が大きいために軸外諸収差、とくに非点収差と歪曲収差が発生しやすい。そこで、通常の広角レンズと同様、最も物体側のレンズ径の増大が抑えられる負レンズと正レンズの構成としている。尚、負レンズ11の像側のレンズ面をレンズ周辺で負の屈折力が弱くなる非球面とするのが良く、これによれば、非点収差と歪曲収差をバランス良く補正すると共に、2枚と言う少ない枚数で第1レンズ群を構成し、レンズ全体のコンパクト化が容易となる。また第1レンズ群を構成する各レンズは、軸外主光線の屈折によって生じる軸外収差の発生を抑えるために絞りと光軸が交差する点を中心とする同心球面に近い形状をとっている。

【0040】次に正の屈折力の第2レンズ群は、そのレンズ群中の最も物体側に両レンズ面が凸面の正レンズ21を配置し、第1レンズ群を射出した軸外主光線の屈折角を少なくし、軸外諸収差が発生しない様な形状としている。また、正レンズ21は、最も軸上光線の通る高さが高いレンズであり、主に球面収差、コマ収差の補正に関与しているレンズである。本実施形態においては、正レンズ21の物体側のレンズ面をレンズ周辺で正の屈折力が弱くなる非球面とするのが良い。これによれば、球面収差、コマ収差を良好に補正することが容易となる。

【0041】次に、図1の実施形態では、正レンズ21の像面側に配置された負レンズには物体側に凹面をもたらせる事により、正レンズ21の像側の面と、負レンズの物体側の凹面とにより負の空気レンズを形成し、大口径比化に伴って発生する球面収差の補正を行っている。

【0042】また、図1、図5の実施形態では最も像面

側に配置した正レンズの像側のレンズ面には周辺で正の屈折力が強くなる非球面を設けるのが良い。これは、大口径化で顕著になる球面収差の補正を効果的に行うことができる。

【0043】さらに本実施例においては、CCD等の固体撮像素子の高画素化及びセルピッチの微細化に伴って要求される、色収差量の縮小化に対応する為に、第2レンズ群に負レンズと正レンズとを接合した接合レンズを配置する事により、軸上色収差及び倍率色収差を良好に補正している。

【0044】次に正の屈折力の第3レンズ群は、物体側に凸面を設けた形状の凸レンズ（正レンズ）31を有し、像側テレセントリックにするためのフィールドレンズとしての役割をも有している。また、凸レンズ31の像側面には周辺で正の屈折力が弱くなる非球面を設けており、ズーム全域での軸外諸収差の補正に寄与している。いま、バックフォーカスを $s k'$ 、第3レンズ群の焦点距離を f_3 、第3レンズ群の結像倍率を β_3 とする。

$$s k' = f_3 (1 - \beta_3)$$

の関係が成り立っている。ただし、

$$0 < \beta_3 < 1, 0$$

である。ここで、広角から望遠への変倍に際して第3レンズ群を像側に移動するとバックフォーカス $s k'$ が減少することになり、第3レンズ群の結像倍率 β_3 は望遠側で増大する。すると、結果的に第3レンズ群で変倍を分担できて第2レンズ群の移動量が減少し、そのためのスペースが節約できるためにレンズ系の小型化に寄与する。

【0045】本実施形態のズームレンズを用いて近距離物体を撮影する場合には、第1レンズ群を物体側へ移動することで良好な性能を得られるが、さらに望ましくは、第3レンズ群を物体側に移動した方が良い。これは、最も物体側に配置した第1レンズ群をフォーカシングさせた場合に生じる、前玉径の増大、レンズ重量が最も重い第1レンズ群を移動させる事によるアクチュエーターの負荷の増大を防ぎ、さらに第1レンズ群と第2レンズ群とをカム等で単純に連携してズーミング時に移動させることができとなり、メカ構造の簡素化及び精度向上を達成できるためである。

【0046】また、第3レンズ群にてフォーカシングを行う場合、広角端から望遠端への変倍に際して第3レンズ群を像側に移動する事により、フォーカシング移動量の大きい望遠端を像面側に配置する事が出来る為、ズーミング及びフォーカシングで必要となる第3レンズ群トータルの移動量を最小とする事が可能となり、これによってレンズ系のコンパクト化を達成している。

【0047】尚、本発明において更に好ましくは次の条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0048】(7-1)前記第2レンズ群中の負レンズの材

質の屈折率及びアッペ数を各々 n_d , ν_d とするとき、
 $n_d < 1.8 \dots (1)$

$\nu_d < 4.0 \dots (2)$

の条件を満足することである。

【0049】条件式(1)の上限値を超えるとベツバール和が正の方向に増大し像面湾曲補正が困難となる。また条件式(2)の上限値を超えると望遠端での軸上色収差補正が困難となり好ましくない。

【0050】(7-2)広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群が最も物体側に配置された状態と最も像側に配置された状態との光軸上の距離を X_1 、物体距離無限遠時に広角端からの望遠端への変倍に際して、第3レンズ群が最も物体側に配置された状態と最も像側に配置された状態との光軸上の距離を X_3 とした時に、

$$0.1 < |X_1/X_3| < 7.0 \dots (3)$$

の条件を満足することである。

【0051】条件式(3)は光学系の全長の短縮及び沈胴時のレンズ全長短縮の為のものである。

【0052】ここで、 X_1 は広角端から望遠端への変倍に際しての第1レンズ群の総ストロークであり、 X_3 は*

$$0.25 < (D_L1 + D_L2 + D_L3) / D_L < 0.45 \dots (4)$$

の条件を満足することである。

【0055】条件式(4)は、光学系の全長の短縮及び沈胴時のレンズ全長短縮の為のものである。

【0056】条件式(4)の上限値を超えると、望遠端での光学全長は短くなるが各レンズ群の光軸上の長さの合計が大きくなる為、沈胴全長が長くなり好ましくない。条件式(4)の下限値を超えると、各レンズ群の光軸上の長さの合計が小さくなるが、望遠端での光学全長が長く、必然的に各レンズ群の光軸上の移動量が増大する為、各レンズ群を移動させる為のカム環等の長さが長くなり、結果的に沈胴全長が短くならず好ましくない。

【0057】(7-4)前記第2レンズ群を構成するレンズの光軸上の厚みの合計を DD_2 、第2レンズ群中の空気間隔の合計を DA_2 としたときに、

$$0.02 < DA_2 / DD_2 < 0.25 \dots (5)$$

の条件を満足することである。

【0058】条件式(5)は光学系のコンパクト化と良好な結像性能の達成を両立させる為のものである。

【0059】条件式(5)の上限値を超えると、第2レンズ群の光軸上の長さが長くなりコンパクト化が達成困難となり好ましくない。条件式(5)の下限値を超えると、空気レンズのパワーが小さくなり球面収差補正が困難となり好ましくない。

【0060】次に各実施形態の具体的なレンズ構成について説明する。

【0061】[数値実施例1] 本数値実施例は変倍比約2倍、開口比2.9~4.0程度のズームレンズである。図1に光学断面図を示す。

* 物体距離無限遠時に広角端からの望遠端への変倍に際しての第3レンズ群の総ストロークである。

【0053】条件式(3)の下限値を超えると、第3レンズ群の光軸上の移動量が増大し、第3レンズ群を移動させる為のモーターシャフト長が長く必要となり、沈胴全長を短くする事が難しくなり好ましくない。条件式(3)の上限値を超えると、第1レンズ群の像側に向けた凸の軌跡がきつくなり、第1レンズ群の広角端から望遠端に至るカム軌跡の角度が大きくなる為、これも沈胴全長を長くする要因となる為好ましくない。

【0054】(7-3)望遠端における前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、像面までの距離を D_L 、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第1レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を D_L1 、前記第2レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第2レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を D_L2 、前記第3レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点から、該第3レンズ群の最も像側に配置されたレンズの像側頂点までの距離を D_L3 とした時に、

$$0.25 < (D_L1 + D_L2 + D_L3) / D_L < 0.45 \dots (4)$$

【0062】図1の実施形態においては負の屈折力の第1レンズ群を物体側から順に像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ11、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ12の2枚のレンズで構成している。

【0063】正の屈折力の第2レンズ群を物体側から順に、両レンズ面が凸面の正レンズ21、両レンズ面が凹面の負レンズ22、両レンズ面が凸面の正レンズ23の3枚のレンズを有し、負レンズ22と正レンズ23とを接合レンズで構成している。又、正の屈折力の第3レンズ群を物体側に凸面を向けた正レンズ31で構成している。

【0064】[数値実施例2] 本数値実施例は変倍比2倍、開口比2.7~4.0程度のズームレンズである。図5に光学断面図を示す。

【0065】図5の実施形態においては負の屈折力の第1レンズ群を物体側から順に像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ11、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ12の2枚のレンズで構成している。

【0066】正の屈折力の第2レンズ群を物体側から順に、両レンズ面が凸面の正レンズ21、両レンズ面が凹面の負レンズ22、両レンズ面が凸面の正レンズ23の3枚のレンズを有し、正レンズ21と負レンズ22とを接合レンズで構成している。又、正の屈折力の第3レンズ群を両レンズ面が凸面の正レンズ31で構成している。

【0067】また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群が像側に凸の往復移動、第2レンズ群が物体側に移動し、第3レンズ群は像側に凸の軌跡

で移動している。

【0068】[数値実施例3] 本数値実施例は変倍比約2.0倍、開口比2.8~4.0程度のズームレンズである。図9に光学断面図を示す。

【0069】図9の実施形態においては負の屈折力の第1レンズ群を物体側から順に両レンズ面が凹面の負レンズ11、物体側に凸面向けたメニスカス状の正レンズ12の2枚のレンズで構成している。

【0070】正の屈折力の第2レンズ群を物体側から順に、両レンズ面が凸面の正レンズ21、両レンズ面が凸面の正レンズ22、両レンズ面が凹面の負レンズ23の3枚のレンズを有し、正レンズ22と負レンズ23とを接合レンズで構成している。又、正の屈折力の第3レンズ群を両レンズ面が凸面の正レンズ31で構成している。

【0071】また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1群が物体側に移動し、第2群も物体側に移動し、第3群は像側に凸の軌跡で移動している。

【0072】本実施形態によれば以上のように各要素を設定することにより、特に、

(4-1) 物体側より順に負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群の3つのレンズ群を配し、各群の間隔を変化させて変倍を行い、第1レンズ群を物体側から順に凹レンズと凸レンズの2枚、第2レンズ群を物体側から順に単一の凸レンズと凸レンズと凹レンズの接合レンズ、若しくは凸レンズと凹レンズの接合レンズと単一の凸レンズ、若しくは単一の凸レンズと凸レンズと凹レンズの接合レンズの合計3枚のレンズにて構成し、第3レンズ群を少なくとも1枚の凸レンズで構成することで、特に固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数が少なくコンパクトで、特に色収差を良好に補正した優れた光学性能を有するズームレンズが達成出来る。*

(1/R)H²

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【0081】なる式で表している。また、例えば「D-Z」の表示は「10^{-z}」を意味する。※数値との関係を表1に示す。

40 【0083】

【0082】又前述の各条件式と数値実施例における諸※

数値実施例1

f=5.50~10.60mm FNo=2.9~4.0 2ω=61.4° ~34.4°

r1=20.453 d1=1.20 n1=1.77250 ν1=49.6

* r2=3.694 d2=0.90

r3=5.082 d3=2.10 n2=1.80518 ν2=25.4

r4=8.267 d4=可変

r5=(絞り) d5=0.50

* r6=13.292 d6=1.60 n3=1.73077 ν3=40.5

r7=-12.248 d7=0.95

* 【0073】(4-2)各レンズ群中に効果的に非球面を導入することによって軸外諸収差、特に非点収差・歪曲収差および大口径化した際の球面収差の補正が効果的に行える。などの効果が得られる。

【0074】次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラの実施形態を図13を用いて説明する。

【0075】図13において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。15は、前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

【0076】このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0077】次に本発明の数値実施例を示す。

【0078】各数値実施例において r_i は物体側より順に第 i 番目の面の曲率半径、d_i は物体側より順に第 i 番目の面と第 (i+1) 番目の面の間隔、n_i と ν_i は各々物体側より順に第 i 番目の光学部材のガラスの屈折率とアッペ数である。

【0079】非球面形状は、光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし、R を近軸曲率半径、各非球面係数を K, B, C, D, E, F としたとき、

【0080】

【数1】

13

r8=-4.673	d8=0.60	n4=1.76182	ν 4=26.5
r9=23.052	d9=2.00	n5=1.77250	ν 5=49.6
* r10=-5.042	d10=可変		
* r11=19.454	d11=1.60	n6=1.60311	ν 6=60.6
r12=-1267.560	d12=可変		
r13=∞	d13=2.80	n7=1.51633	ν 7=64.2
r14=∞			

[0084]

[表1]

焦点距離 可変間隔	5.50	7.79	10.60	6.53	9.17
d 4	7.52	4.27	1.72	5.89	2.88
d 10	4.91	9.63	13.06	7.43	11.50
d 12	3.41	1.68	1.23	2.38	1.30

10

* [0085]

*

非球面係数

r2 R=3.69429D+00
 K=-9.73942D-01 B=1.43792D-03 C=2.73074D-05 D=1.56359D-06
 r6 R=1.32924D+01
 K=1.27994D+01 B=-7.85390D-04 C=-6.33445D-05 D=9.01039D-07
 r10 R=-5.04162D+00
 K=8.47026D-01 B=1.28637D-03 C=2.36015D-05 D=7.54790D-06
 r11 R=1.94539D+01
 K=0.00000D+00 B=-4.37109D-04 C=1.62332D-05 D=-1.26788D-06

数值実施例2

f=5.20~10.35mm FNo=2.8~4.0 $2\omega=64.4^\circ \sim 35.2^\circ$
 r1=110.720 d1=1.20 n1=1.77250 ν 1=49.6
 * r2=3.410 d2=1.02
 r3=5.803 d3=2.00 n2=1.80518 ν 2=25.4
 r4=18.549 d4=可変
 r5=(絞り) d5=0.50
 * r6=4.856 d6=1.90 n3=1.77250 ν 3=49.6
 r7=-9.078 d7=0.50 n4=1.71736 ν 4=29.5
 r8=5.069 d8=0.42
 r9=19.306 d9=1.60 n5=1.69680 ν 5=55.5
 * r10=-14.532 d10=可変
 * r11=508.660 d11=1.50 n6=1.69680 ν 6=55.5
 r12=-13.714 d12=可変
 r13=∞ d13=2.70 n7=1.51633 ν 7=64.2
 r14=∞

[0086]

[表2]

焦点距離 可変間隔	5.20	7.70	10.35	6.36	9.06
d 4	7.89	4.60	2.13	6.21	3.26
d 10	4.85	9.05	11.63	7.15	10.55
d 12	2.21	1.20	1.81	1.50	1.30

※

非球面係数

r2 R=3.41014D+00

15

16

K=-9.99930D-01 B=1.00175D-03 C=1.62461D-05 D=-3.70217D-07
 r6 R=4.85608D+00
 K=7.96803D-01 B=-1.38408D-03 C=-4.51331D-05 D=-6.60254D-06
 r10 R=-1.45325D+01
 K=7.69796D+00 B=1.06613D-03 C=7.42392D-05 D=2.58556D-06
 r11 R=5.08660D+02
 K=0.00000D+00 B=-4.51399D-04 C=2.67697D-06 D=-3.21647D-07

数值実施例3

f=6.24~11.97mm FNo=2.7~4.0 $2\omega=55.4^\circ \sim 30.6^\circ$
 r1=-408.296 d1=1.30 n1=1.77250 $\nu 1=49.6$
 * r2=5.731 d2=1.11
 r3=6.705 d3=2.00 n2=1.84666 $\nu 2=23.8$
 r4=9.956 d4=可変
 r5=(絞り) d5=0.70
 * r6=37.724 d6=1.60 n3=1.69680 $\nu 3=55.5$
 r7=-11.263 d7=0.15
 * r8=4.068 d8=1.90 n4=1.69680 $\nu 4=55.5$
 r9=-10.353 d9=0.50 n5=1.64769 $\nu 5=33.8$
 r10=3.020 d10=可変
 * r11=130.261 d11=1.80 n6=1.60311 $\nu 6=60.6$
 r12=-8.133 d12=可変
 r13=∞ d13=2.70 n7=1.51633 $\nu 7=64.2$
 r14=∞

【0088】

* 【0089】

【表3】

焦点距離 可変間隔	6.24	8.99	11.97	7.54	10.50
d 4	6.61	4.09	2.25	5.29	3.09
d 10	4.30	8.27	11.64	6.37	10.03
d 12	1.75	1.19	1.24	1.40	1.14

30

*

非球面係数

r2 R=5.73088D+00
 K=-1.98834D+00 B=1.10448D-03 C=6.36136D-06 D=-1.55169D-07
 r6 R=3.77245D+01
 K=-1.10342D+02 B=-1.46479D-04 C=2.09594D-05 D=-3.06969D-06
 r8 R=4.06784D+00
 K=-3.30676D-01 B=4.58158D-04 C=3.25580D-06 D=2.67999D-06
 r11 R=1.30261D+02
 K=0.00000D+00 B=-9.13704D-04 C=2.07821D-05 D=-7.46835D-07

【0090】

【表4】

表1

		数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3
条件式(1)	nd	1.76182	1.71736	1.64769
条件式(2)	νd	26.5	29.5	33.8
条件式(3)	X1	0.44	0.74	2.46
	X3	2.19	1.03	0.61
	X1/X3	0.20	0.72	4.00
条件式(4)	DL1	4.20	4.22	4.41
	DL2	5.15	4.42	4.15
	DL3	1.60	1.50	1.80
	D L	31.08	29.29	28.60
	(DL1+DL2+DL3)/DL	0.35	0.35	0.36
条件式(5)	DA2	0.95	0.42	0.15
	DD2	5.15	4.42	4.15
	DA2/DD2	0.18	0.09	0.04

【0091】

【発明の効果】本発明によれば、特に固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の数値実施例1のレンズ断面図
- 【図2】 本発明の数値実施例1の広角端の収差図
- 【図3】 本発明の数値実施例1の中間の収差図
- 【図4】 本発明の数値実施例1の望遠端の収差図
- 【図5】 本発明の数値実施例2のレンズ断面図
- 【図6】 本発明の数値実施例2の広角端の収差図
- 【図7】 本発明の数値実施例2の中間の収差図
- 【図8】 本発明の数値実施例2の望遠端の収差図
- 【図9】 本発明の数値実施例3のレンズ断面図

* 【図10】 本発明の数値実施例3の広角端の収差図

【図11】 本発明の数値実施例3の中間の収差図

【図12】 本発明の数値実施例3の望遠端の収差図

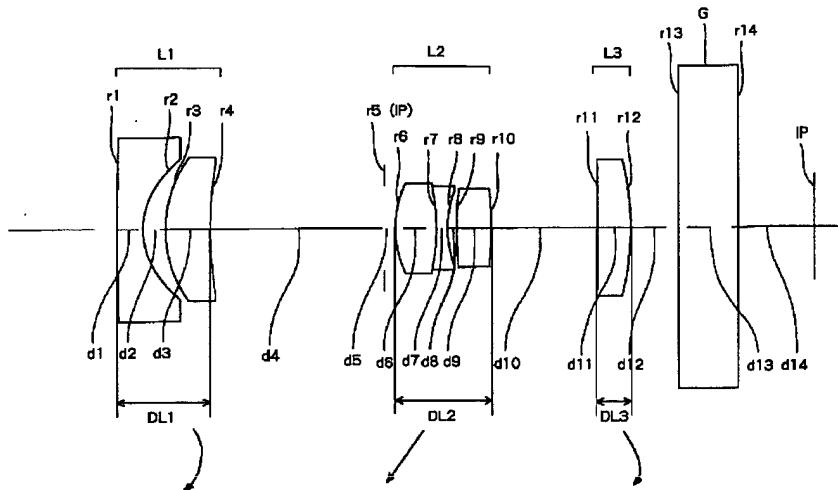
【図13】 本発明の光学機器の要部概略図

【符号の説明】

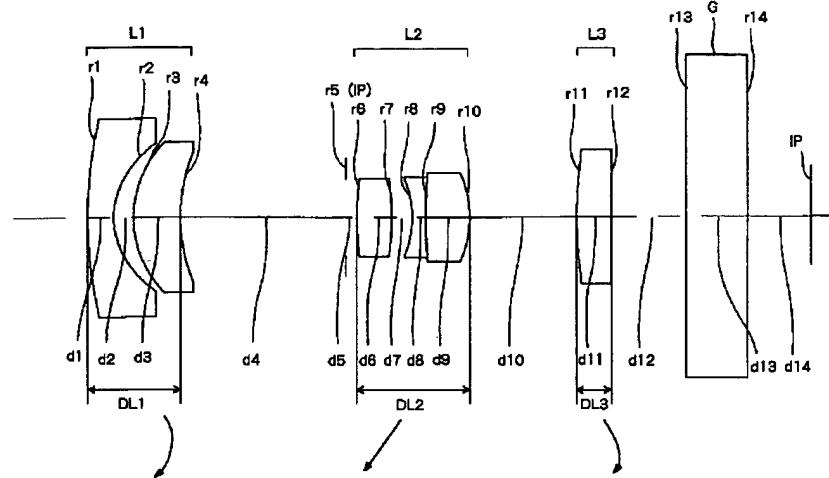
- L1 第1群
- L2 第2群
- L3 第3群
- S P 絞り
- I P 像面
- d d線
- g g線
- S サジタル像面
- M メリディオナル像面

*

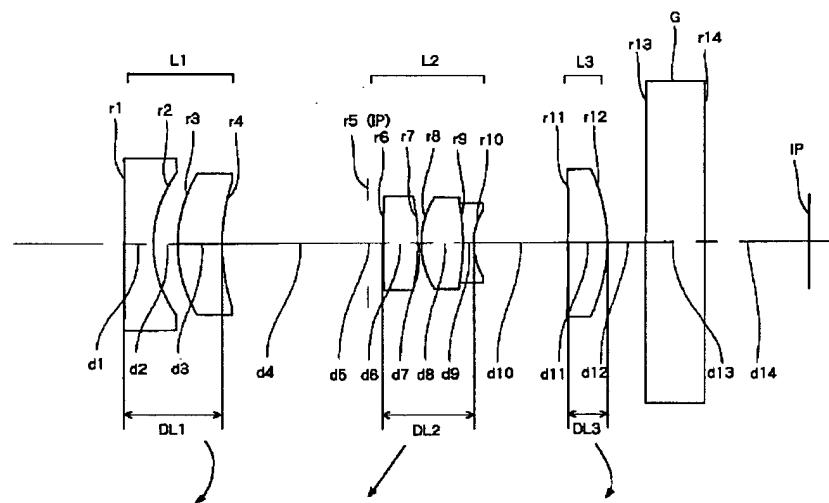
【図5】



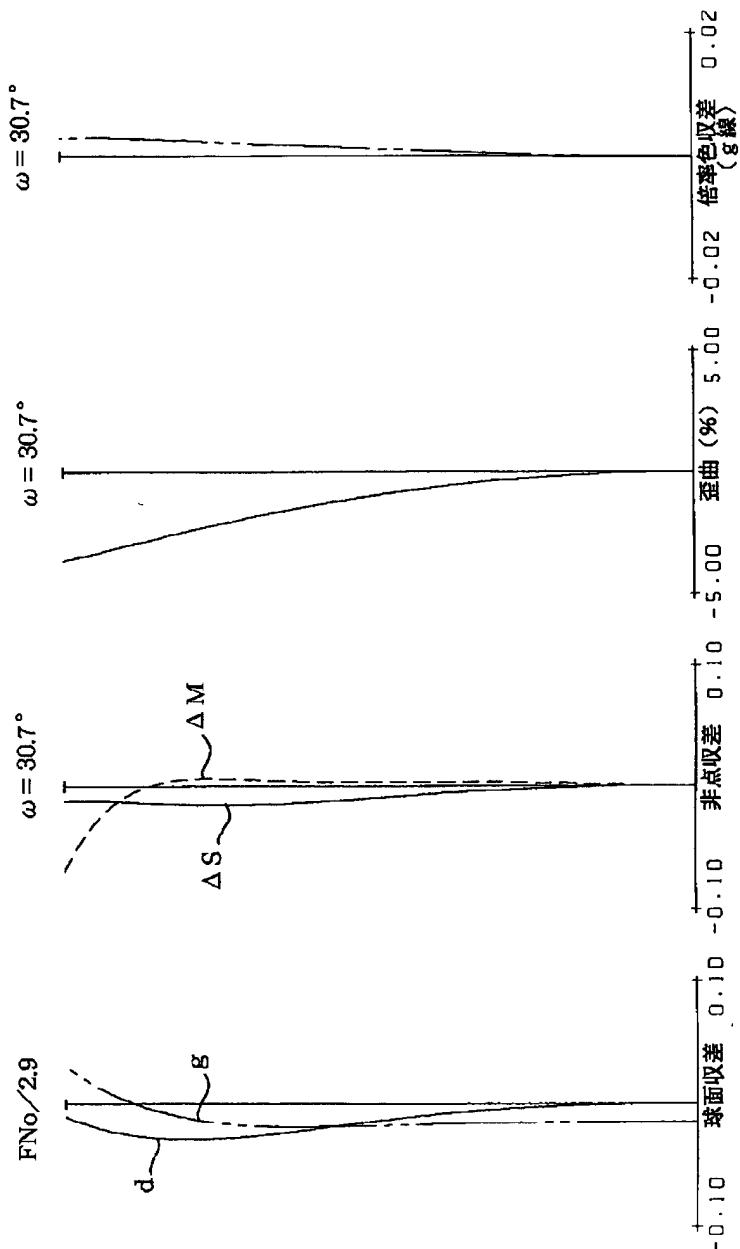
【図1】



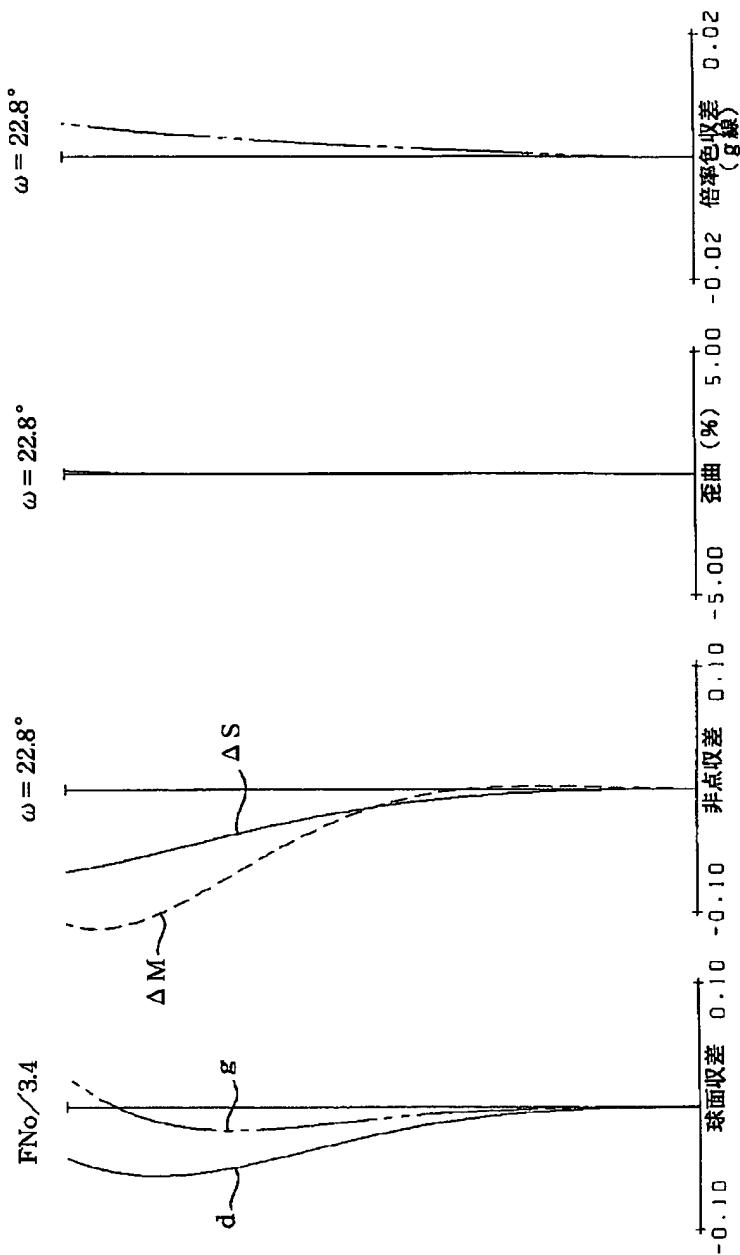
【図9】



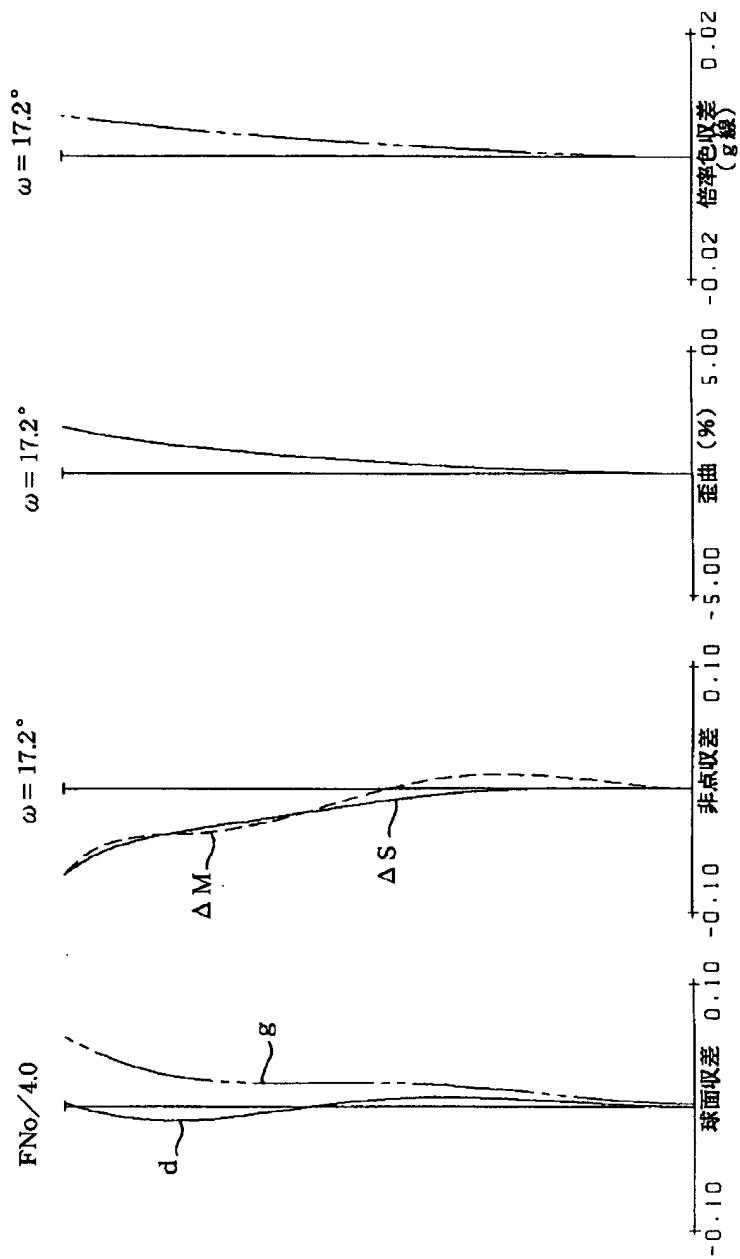
【図2】



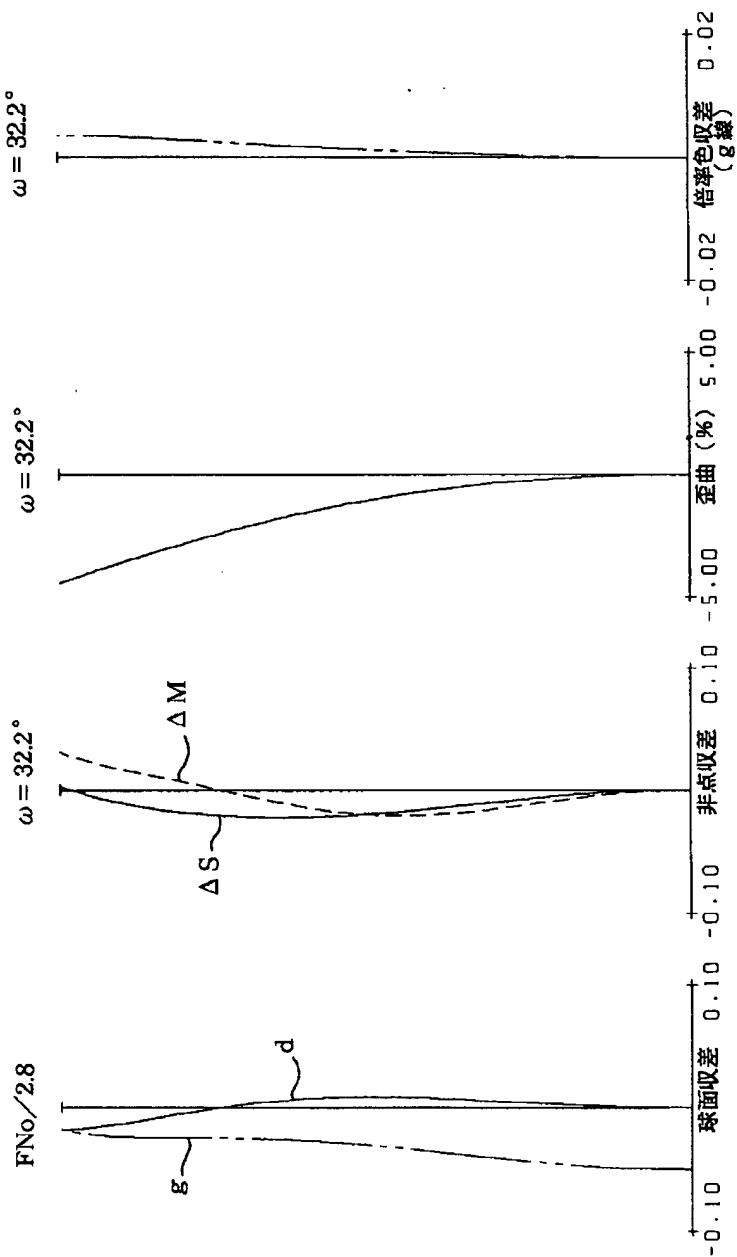
【図3】



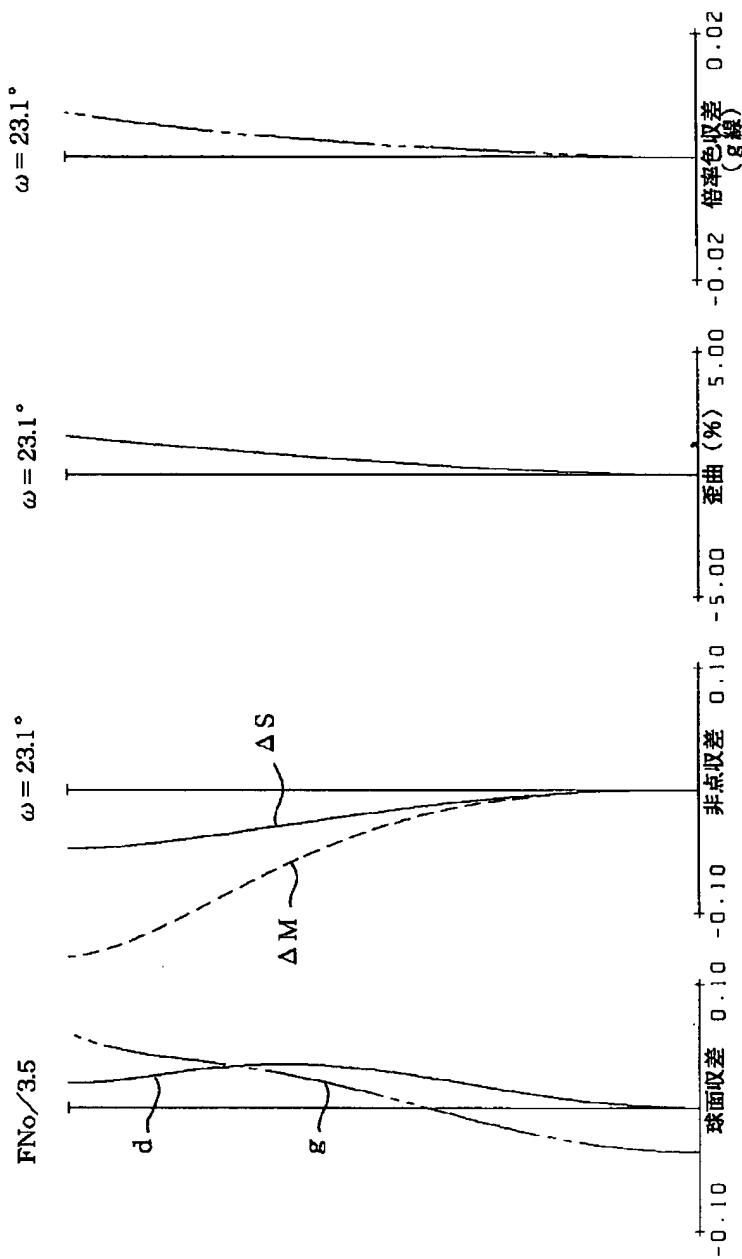
【図4】



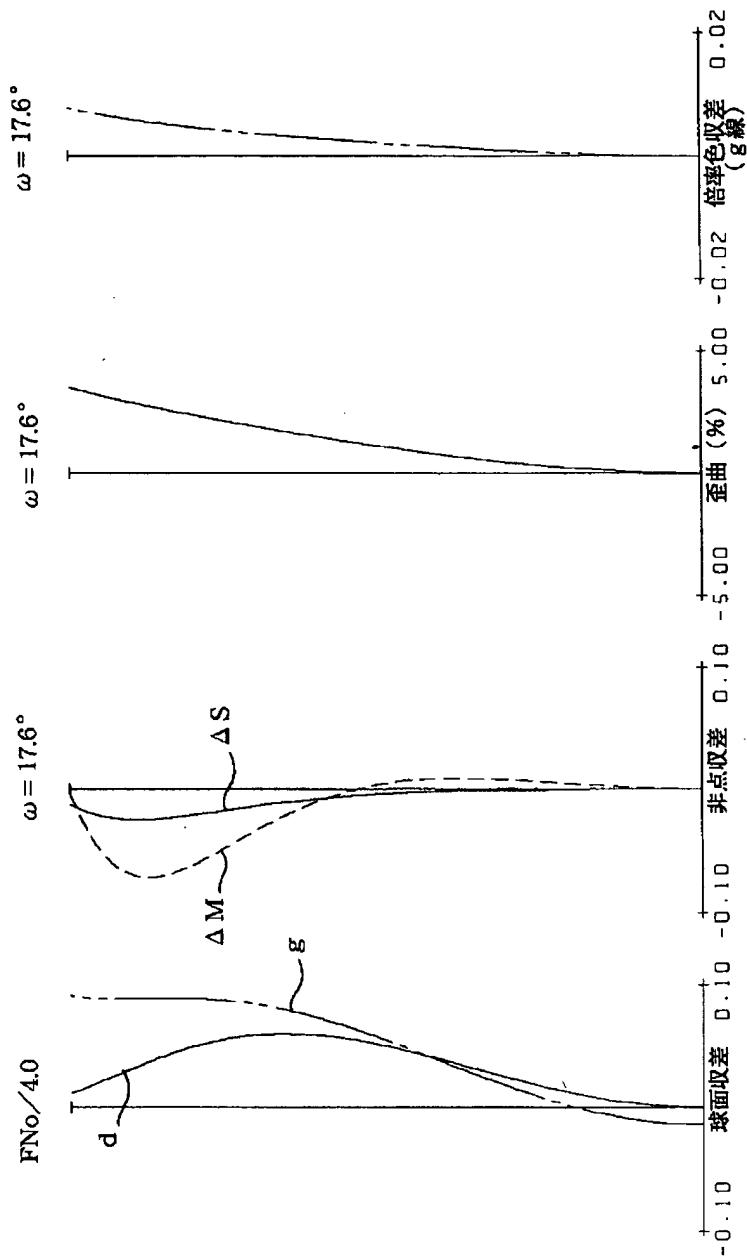
【図6】



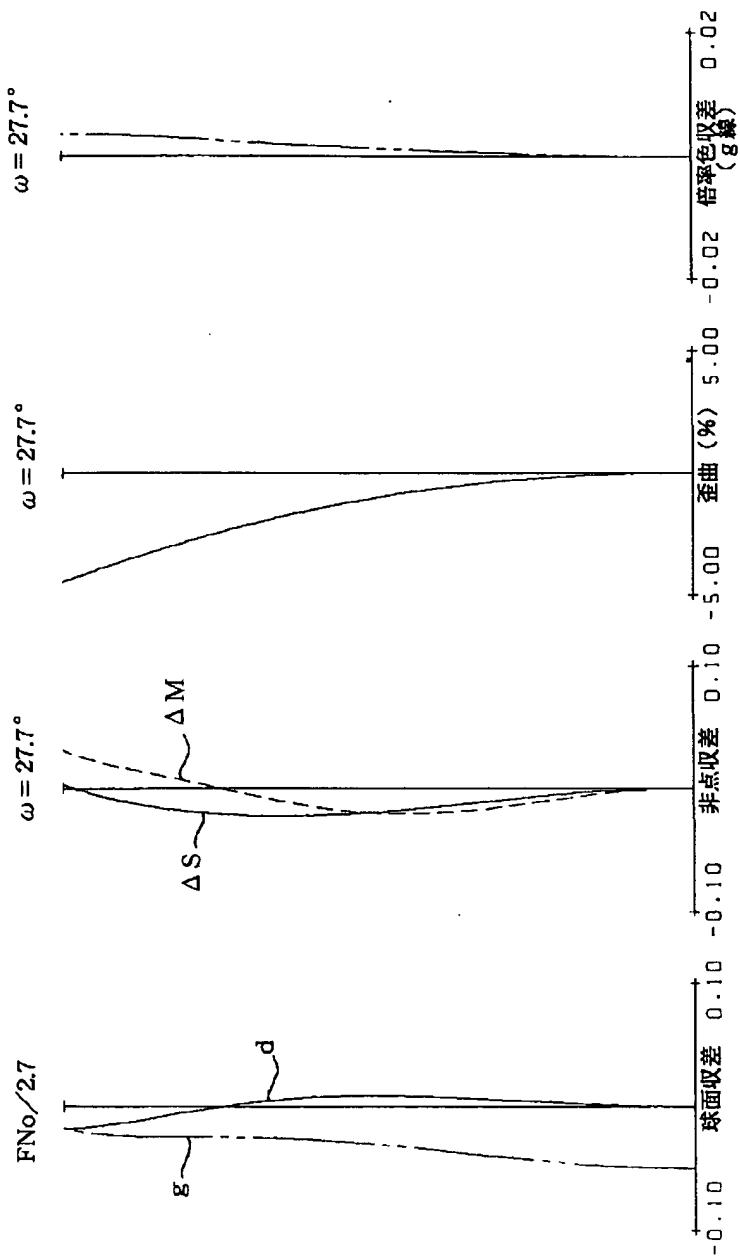
【図7】



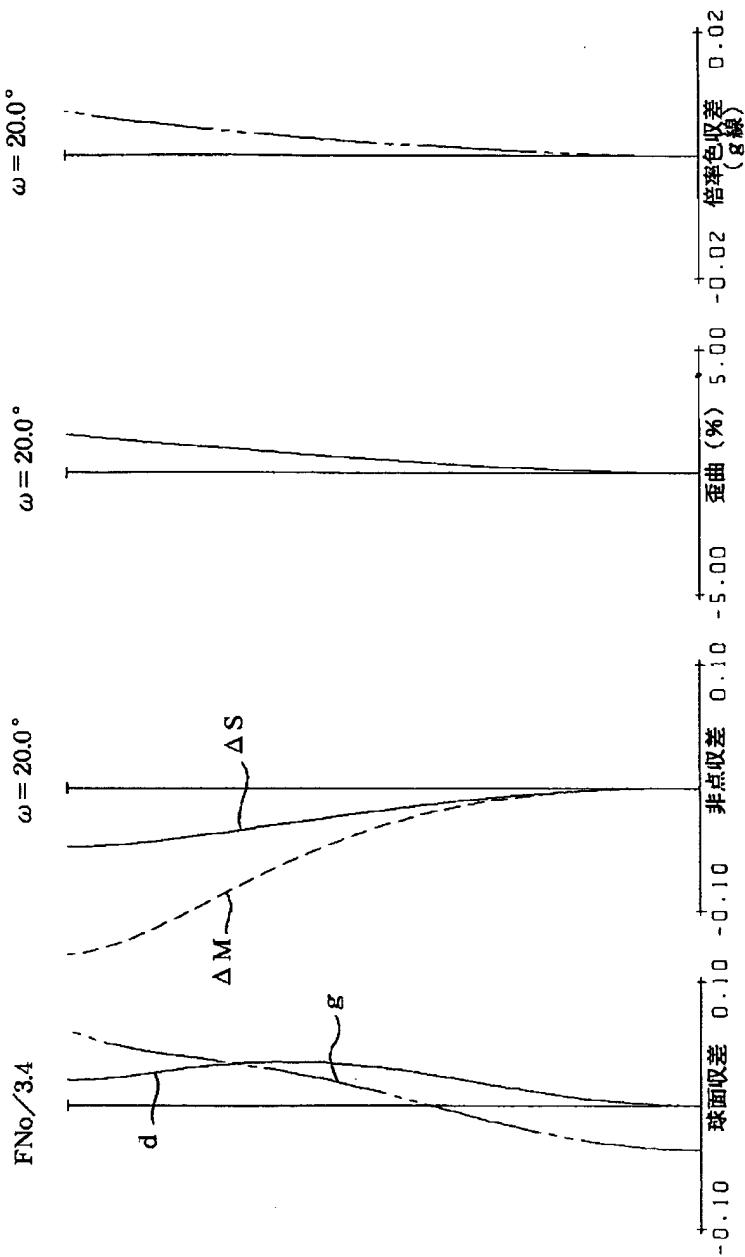
【図8】



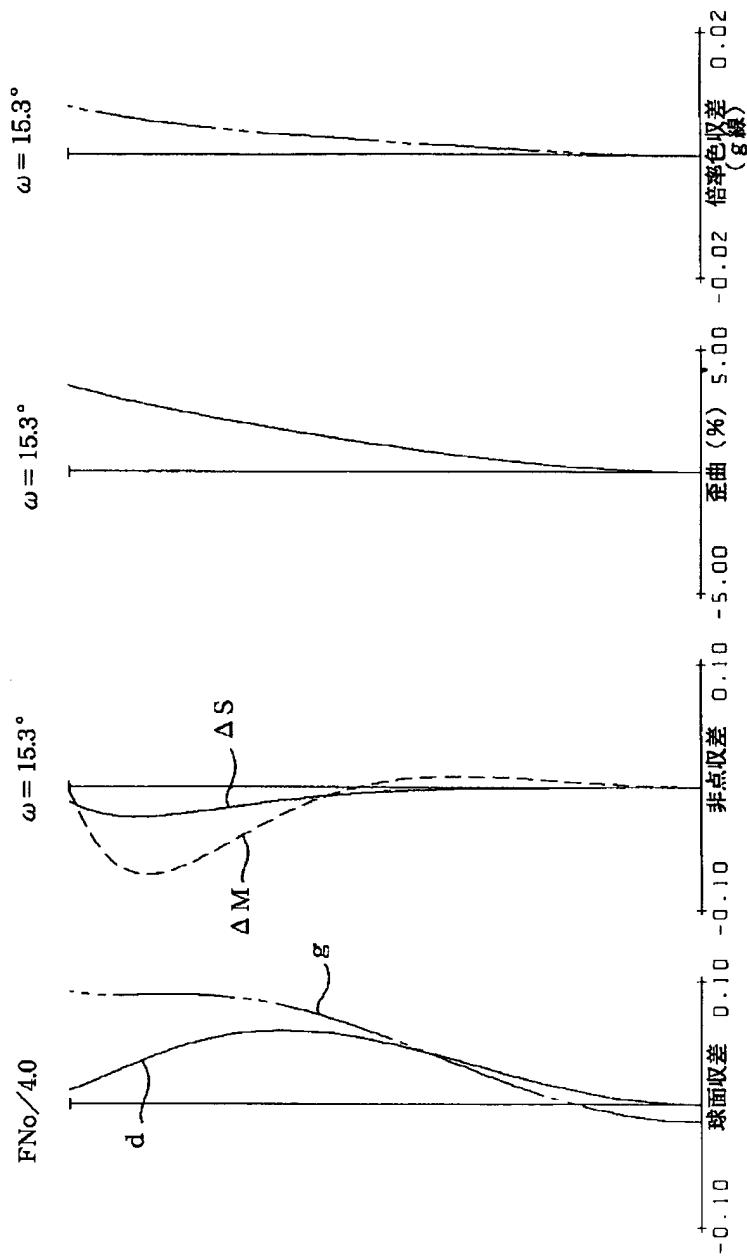
【図10】



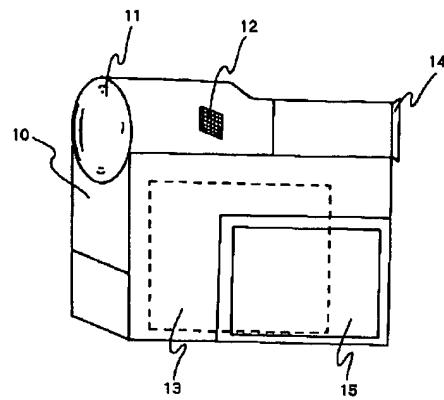
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA14 PA05 PA18 PB06
QA02 QA07 QA17 QA19 QA21
QA25 QA34 QA41 QA42 QA45
QA46 RA05 RA12 RA13 RA36
RA41 RA43 SA14 SA16 SA19
SA62 SA63 SA64 SB03 SB14
SB22